



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 43 42 735 A 1

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 60 K 6/02**  
B 60 L 11/00  
F 16 H 37/02  
B 60 K 1/00

②① Aktenzeichen: P 43 42 735.9  
②② Anmeldetag: 15. 12. 93  
④③ Offenlegungstag: 22. 6. 95

DE 43 42 735 A 1

⑦① Anmelder:  
Höhn, Bernd-Robert, Prof. Dr., 85080 Gaimersheim,  
DE

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 29 43 532 C2  
DE 23 53 724 B2  
DE 33 35 923 A1  
DE 32 46 230 A1  
DE-OS 31 40 492  
DE 31 17 425 A1  
DE 28 05 594 A1  
DE-OS 23 45 018  
AT 2 45 947  
US 43 19 140  
EP 2 39 124 B1  
EP 4 45 873 A1

EP 4 30 895 A1  
EP 4 10 451 A2

GIERA, B;  
et.al.: Hybridantrieb mit Gyro-Komponentefür  
wirtschaftliche und dynamische Betriebsweise. In:  
ETZ-A, Bd.94, 1973, H.11, S.653-660;  
BADER, Christian: Elektrische und hybride Antriebe  
für Nutzfahrzeuge. In: Automobiltechnische Zeit-  
schrift 81, 1979, 6, S.283,284,287,289;  
JP 63-101565 A., In: Patents Abstracts of Japan,  
M-741, Sept. 14, 1988, Vol. 12, No. 343;

⑤④ Hybrid-Antriebsanordnung

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Hybrid-Antriebsanordnung für  
ein Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor als erste  
Antriebsquelle und einem Elektromotor als zweite Antriebs-  
quelle, welche Antriebsquellen auf ein gemeinsames Ge-  
schwindigkeits-Wechselgetriebe wirken. Eine hinsichtlich  
des Bauraumes und des Wirkungsgrades günstige Konstruk-  
tion des Getriebes wird dadurch erzielt, daß der Elektromo-  
tor in beiden Drehrichtungen betreibbar ist und für den  
Rückwärtsfahrbetrieb als alleinige Antriebsquelle dient. Um  
einen Elektromotor mit einer niedrigen Antriebsleistung  
verwendbar zu machen, ist das Wechselgetriebe mit einem  
in seiner Momentenrichtung umsteuerbaren Umschlin-  
gungstrieb und einer Spreizung von > 10, insbesondere  
15-50, ausgeführt.

DE 43 42 735 A 1

Die Erfindung betrifft eine Hybrid-Antriebsanordnung für ein Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor als erste Antriebsquelle und einem Elektromotor als zweite Antriebsquelle, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Eine gattungsgemäße Hybrid-Antriebsanordnung zeigt beispielsweise die DE 32 46 230 A1, bei der ein Verbrennungsmotor und ein Elektromotor auf ein herkömmliches Geschwindigkeits-Wechselgetriebe wirken, wobei der Elektromotor über ein Planetengetriebe angeschlossen ist, welches in Abhängigkeit vom Kraftfluß unterschiedliche Übersetzungen erzeugt.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine gattungsgemäße Antriebsanordnung vorzuschlagen, die baulich besonders einfach und kompakt ist und günstige Übersetzungsverhältnisse ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den weiteren Patentansprüchen entnehmbar.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, den Elektromotor — bevorzugt im 4-Quadranten-Betrieb — in beiden Drehrichtungen betreibbar ausulegen und diesen als alleinige Antriebsquelle im Rückwärtsfahrbetrieb einzusetzen. Dadurch kann im Geschwindigkeits-Wechselgetriebe die Rückwärtsangabstufung entfallen, wodurch neben dem Entfall der ansonsten erforderlichen Zahnräder, Lager, Schaltungsteile etc. Bauraum gewonnen wird, der getriebetechnisch und/oder zur Verringerung der Einbaumaße der Antriebsanordnung nutzbar ist.

Der Patentanspruch 3 beschreibt eine bevorzugte Anordnung von Verbrennungsmotor und Elektromotor, wobei durch das vorgegebene Übersetzungsverhältnis über den E-Motor ein ausreichend hohes Anfahrmoment sowohl Vorwärts als auch Rückwärts erzielbar ist, andererseits aber der Elektromotor bei Höchstzahl des Verbrennungsmotors nicht überdreht wird. In Verbindung mit diesem Übersetzungsverhältnis wird ferner vorgeschlagen, die Gesamtspreizung des Wechselgetriebes > 10, insbes. 15—50, auszulegen, mit einer Leistung des Elektromotors von 5—30% der des Verbrennungsmotors.

Besonders vorteilhaft für eine derartige Auslegung ist ein stufenloses Wechselgetriebe nach Anspruch 6, bei dem das Wandlerübersetzungsverhältnis in Verbindung mit entsprechend ausgelegten Vorgelegestufen im Kraftfluß umsteuerbar und somit mehrfach durchfahrbar bzw. nutzbar ist (vgl. z. B. EP 210 053 A2).

Eine insbesondere für Quereinbau in Kraftfahrzeugen besonders geeignete und im Wirkungsgrad besonders günstige Antriebsanordnung bezeichnen die Ansprüche 7 und 8, die bei relativ geringem schaltungstechnischen Aufwand an Kupplungen und Getriebeelementen eine weite Spreizung bei baulich kompakter Anordnung ermöglichen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist im folgenden mit weiteren Einzelheiten näher erläutert. Die Zeichnung zeigt in

Fig. 1 Als Blockschaltbild eine Hybrid-Antriebsanordnung mit Verbrennungsmotor, Elektromotor und stufenlosem Umschlingungsgetriebe, und

Fig. 2 Einen Querschnitt der Antriebsanordnung mit Darstellung der tatsächlichen Lage der Antriebs- und Getriebewellen.

In der Fig. 1 ist mit 10 ein Verbrennungsmotor, beispielsweise ein Diesel-Hubkolbenmotor, als erste An-

triebsquelle und mit 12 ein Elektromotor als zweite Antriebsquelle der Hybrid-Antriebsanordnung bezeichnet. Die beiden Antriebsquellen 10, 12 wirken auf ein Geschwindigkeits-Wechselgetriebe 14.

Das Geschwindigkeits-Wechselgetriebe 14 setzt sich zusammen aus einem Kegelscheiben-Umschlingungsgetriebe 16, mehreren Zahnrad-Übersetzungsstufen  $i_1, i_2, i_3$  und einer Übersetzungsstufe  $i$  zum Antrieb des integrierten Differentiales 18.

Die Eingangswelle 20 des Wechselgetriebes 14 ist über eine formschlüssige Schaltkupplung  $S_2$  mit einer koaxialen Triebwelle 22 kuppelbar, wobei die Triebwelle 22 ein Zahnrad 24 der Zahnradstufe  $i_3$  und den Kegelscheibensatz 26 des Umschlingungsgetriebes 16 trägt.

Das mit dem Zahnrad 24 kämmende Zahnrad 28 der Zahnrad-Übersetzungsstufe  $i_3$  sitzt als Losrad koaxial mit einer Hohlwelle 36 auf einer Vorgelegewelle 30, die einend über eine hydraulisch betätigbare Lamellenkupplung  $K_1$  mit einem Zahnrad 32 der Zahnradstufe  $i_1$  kuppelbar ist und andererseits fest mit einem Zahnrad 34 der Übersetzungsstufe  $i_2$  verbunden ist.

Auf der Vorgelegewelle 30 ist die Hohlwelle 36 drehbar gelagert, die über eine Lamellenkupplung  $K_2$  mit der Vorgelegewelle 30 trieblich verbindbar ist und die ferner eine formschlüssige Schaltkupplung  $S_1$  und das Abtriebszahnrad 37 trägt. Die Schaltkupplung  $S_1$  dient zum Kuppeln des Zahnrades 28 mit dem Abtriebszahnrad 37, welches als Element der Übersetzungsstufe  $i$  mit dem Zahnrad 38 zum Antrieb des Differentiales 18 dient.

Die zweite Kegelscheibe 42 des Umschlingungsgetriebes 16 sitzt auf einer Zwischenwelle 40, die zudem das Zahnrad 44 der Übersetzungsstufe  $i_2$  trägt, welches wiederum in Eingriff mit dem Zahnrad 34 steht (Fig. 2).

Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, treibt der Verbrennungsmotor 10 unter Zwischenschaltung einer hydraulisch betätigbaren Trennkupplung 46 die Eingangswelle 20 des Wechselgetriebes 14 an, während der Elektromotor 12 über die eine Übersetzungsstufe  $i_4$  bildenden Zahnräder 48, 50 unmittelbar auf die Eingangswelle 20 geschaltet ist.

Wie aus dem Querschnitt der Fig. 2 ersichtlich ist, sind die Kraftabgabewelle (Kurbelwelle) des Verbrennungsmotors 10 und die konzentrische Eingangswelle 20 im wesentlichen zentral angeordnet, während die Welle 52 des Elektromotors 12, die Zwischenwelle 40 des Umschlingungsgetriebes 16, die Vorgelegewelle 30 und schließlich die Abtriebswellen 54, 56 des Differentiales 18 in Umfangsrichtung versetzt zueinander um die Eingangswelle 20 herum angeordnet sind.

Der parallel neben dem Verbrennungsmotor 10 angeordnete Elektromotor 12 ist im 4-Quadranten-Betrieb mit positivem motorischen Drehmoment in beiden Drehrichtungen ausgelegt und in nicht dargestellter Weise so geschaltet, daß er als alleinige Antriebsquelle im Rückwärtsfahrbetrieb dient; d. h., daß mit dem Einschalten des Rückwärtsfahrbetriebes durch die Bedienungsperson des Kraftfahrzeuges automatisch die Trennkupplung 46 gelöst und ggf. der Verbrennungsmotor 10 stillgesetzt wird.

Gleiches gilt beim Anfahren und im niedrigen Geschwindigkeitsbereich des Kraftfahrzeuges, z. B. im innerstädtischen Verkehr, wenn allein mit dem Elektromotor 12 gefahren werden soll. Dabei beträgt das Übersetzungsverhältnis  $i_4$  3, wodurch der Elektromotor 12 mit dem Faktor 3 schneller dreht, als der Verbrennungsmotor 10. Die Auslegung des Elektromotors 12 ist ferner so, daß dessen Nennleistung 15% der Nennleistung

des Verbrennungsmotors 10 beträgt.

Der Momentenfluß im Wechselgetriebe 14 ist abhängig von der Steuerung bzw. Schaltung der Kupplungen  $S_1, S_2, K_1, K_2$ , wie folgt:

Im Anfahrbereich treiben Elektromotor 12 und/oder Verbrennungsmotor 10 über die Übersetzungsstufe  $i_1$  auf die Vorgelegewelle 30, von dieser über  $i_2$  auf die Kegelscheibe 42, dann über die Kette 58 mit stufenlos veränderbarem Übersetzungsverhältnis  $i_w$  auf die Triebwelle 22 und von dieser schließlich über 3 und 1 auf das Differential 18. Dabei sind die Kupplungen  $S_1$  und  $K_1$  geschlossen und die Kupplungen  $S_2$  und  $K_2$  geöffnet.

Bei höchster Übersetzung  $i_w$  ins Schnelle des Umschlingungstriebes 16 wird das als  $i^2$  ausgelegte Wechselgetriebe 14 (die Zahnrad-Übersetzungsstufen  $i_1$  und  $i_2$  sowie  $i_w$  sind so ausgelegt, daß bei dieser Übersetzungsstellung die Triebwelle 22 und die Eingangswelle 20 im wesentlichen synchron laufen, vgl. die eingangs genannte EP 210 053 A2) durch entsprechende Ansteuerung der Kupplungen umgeschaltet; d. h.,  $K_2$  und  $S_2$  werden geschlossen und  $K_1$  und  $S_1$  geöffnet.

Nunmehr geht der Momentenfluß über die Eingangswelle 20 und die Triebwelle 22, in entgegengesetzter Momentenrichtung über die Kette 58 des Umschlingungstriebes 16, die Übersetzungsstufe  $i_2$  und über die Hohlwelle 36 zu 1, wobei wiederum stufenlos der Wandlerbereich  $i_w$  des Umschlingungstriebes 16 durchfahrbar ist. Aufgrund der gewählten Übersetzungen in und der doppelt durchfahrbaren Wandlerübersetzung  $i_w$  ist eine Gesamtspreizung des Wechselgetriebes 14 von Vier- und zwanzig verwirklicht. Dies ermöglicht es, mit dem Elektromotor 12 mit einer Leistung von z. B. 8 KW auch an Steigungen mit ausreichendem Anfahrmoment und Beschleunigungen anzufahren und annehmbare Leistungen im Stadtverkehr bereitzustellen. Bei hohen Geschwindigkeiten wird der Verbrennungsmotor 10 zugeschaltet, wobei je nach Ladezustand der Batterien (nicht dargestellt) der Elektromotor 12 in Leerlauf oder als Generator geschaltet sein kann.

Die Steuerung des Wechselgetriebes 14 (Kupplungen, Kegelscheibenverstellung, etc.) kann in an sich bekannter Weise hydraulisch erfolgen und ist hier nicht näher erläutert. Gleiches gilt für die elektronische Steuerung des Getriebes 14, sowie für die Leistungssteuerung des Elektromotors 12 und des Verbrennungsmotors 10.

#### Patentansprüche

1. Hybrid-Antriebsanordnung für ein Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor als erste Antriebsquelle und einem Elektromotor als zweite Antriebsquelle, welche Antriebsquellen auf ein gemeinsames Geschwindigkeits-Wechselgetriebe wirken, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Elektromotor (12) in beiden Drehrichtungen betreibbar ist und für den Rückwärtsfahrbetrieb als alleinige Antriebsquelle dient.

2. Antriebsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor (12) im 4-Quadranten-Betrieb mit positivem motorischen Drehmoment in beiden Drehrichtungen ausgelegt ist.

3. Antriebsanordnung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß

- der Verbrennungsmotor (10) und der Elektromotor (12) parallel nebeneinander angeordnet sind und
- der Verbrennungsmotor (10) direkt über ei-

ne Trennkupplung (46) und

— der Elektromotor (12) über eine Übersetzungsstufe  $i_4$  auf das Wechselgetriebe (14) wirken.

4. Antriebsanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Übersetzungsstufe  $i_4$  zumindest eine weitere Kupplung ( $S_2, K_1$ ) nachgeschaltet ist, mittels der der Verbrennungsmotor (10) und der Elektromotor (12) vom Wechselgetriebe (14) trennbar sind.

5. Antriebsanordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Wechselgetriebe (14) eine Spreizung von  $> 10$ , insbes. 15–50, und der Elektromotor (12) eine Leistung von 5–30% der Leistung des Verbrennungsmotors (10) aufweist.

6. Antriebsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Wechselgetriebe (14) durch mehrere Zahnrad-Übersetzungsstufen in und einen stufenlosen Umschlingungstrieb (16) gebildet ist, wobei der Umschlingungstrieb (16) zumindest zweifach durchfahrbar ist ( $i^2$ -Getriebe), wobei im ersten Vorwärtsbereich die Kupplungen  $K_1$  und  $S_1$  geschlossen sind und Drehmoment übertragen und im zweiten Vorwärtsbereich die Kupplungen  $K_2$  und  $S_2$ .

7. Antriebsanordnung nach den Ansprüchen 5 und 6, gekennzeichnet durch folgende Struktur des Wechselgetriebes (14):

— eine Eingangswelle (20), auf die einerseits der Verbrennungsmotor (10) und der Elektromotor (12) wirken;

— eine konzentrisch zur Eingangswelle (20) liegende und mit dieser kuppelbaren Triebwelle (22), die die eine Kegelscheibe (26) des Umschlingungstriebes (16) trägt;

— eine Vorgelegewelle (30) die einerseits mit der Eingangswelle (20) und andererseits mit der zweiten Kegelscheibe (42) des Umschlingungstriebes (16) trieblich verbunden ist;

— eine Zwischenwelle (40), die die zweite Kegelscheibe (42) des Umschlingungstriebes (16) aufnimmt; und

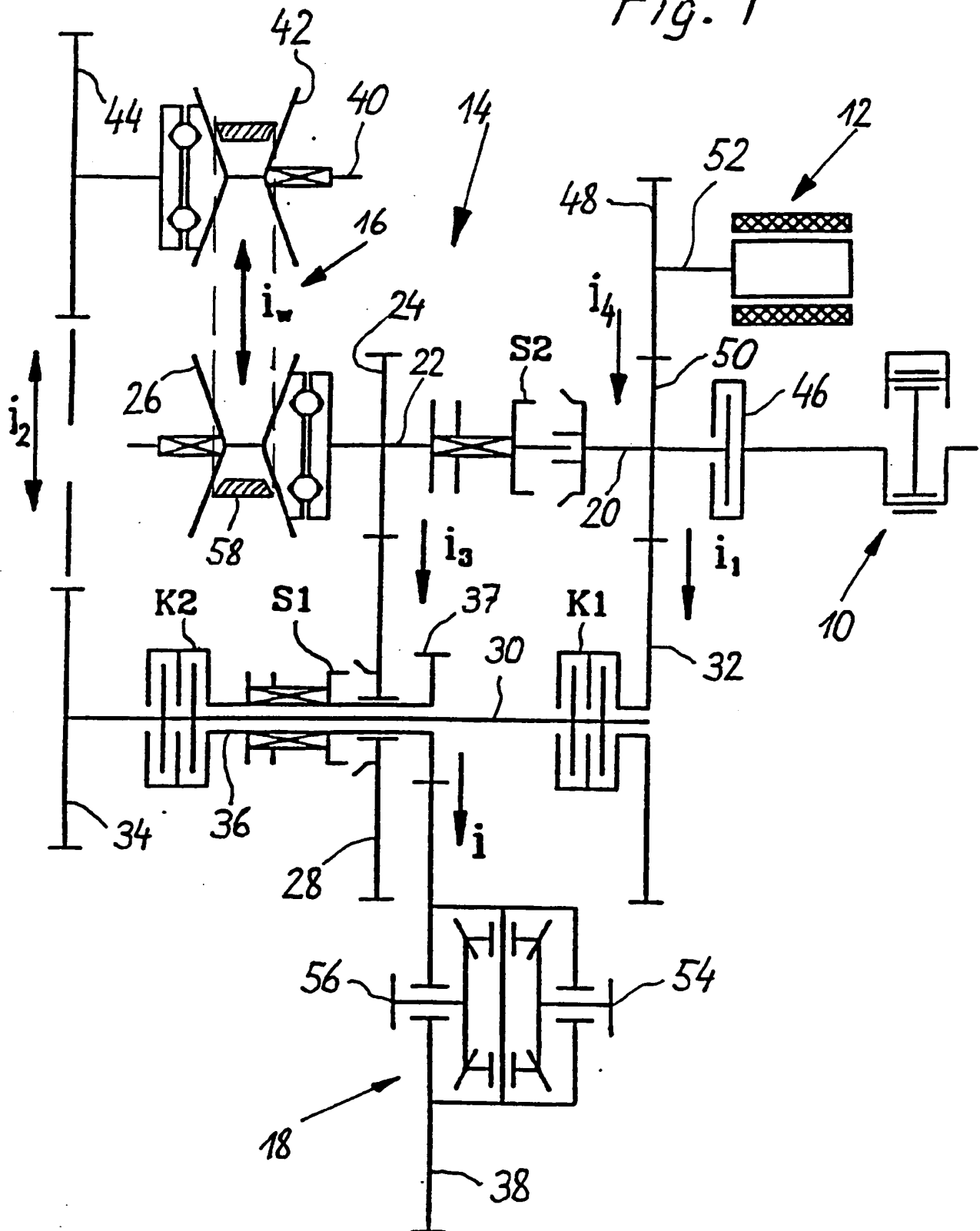
— eine Abtriebswelle, die als Hohlwelle (36) auf der Vorgelegewelle (30) gelagert ist und die das Abtriebszahnrad (37) und zwei Kupplungen ( $S_1, K_2$ ) zum Umschalten der Momentenrichtung des Umschlingungstriebes (16) aufweist.

8. Antriebsanordnung nach den Ansprüchen 5–7, dadurch gekennzeichnet, daß im Querschnitt gesehen die Kraftabgabewelle des Verbrennungsmotors (10) und die konzentrisch dazu liegende Eingangswelle (20) des Wechselgetriebes (14) im wesentlichen zentral angeordnet liegen und daß die übrigen Wellen (40, 30, 54, 56, 52) des Elektromotors (12), der zweiten Kegelscheibe (42), der Vorgelegewelle (30) und des Differentials (18) in Umfangsrichtung versetzt zueinander um die Eingangswelle (20) angeordnet sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1



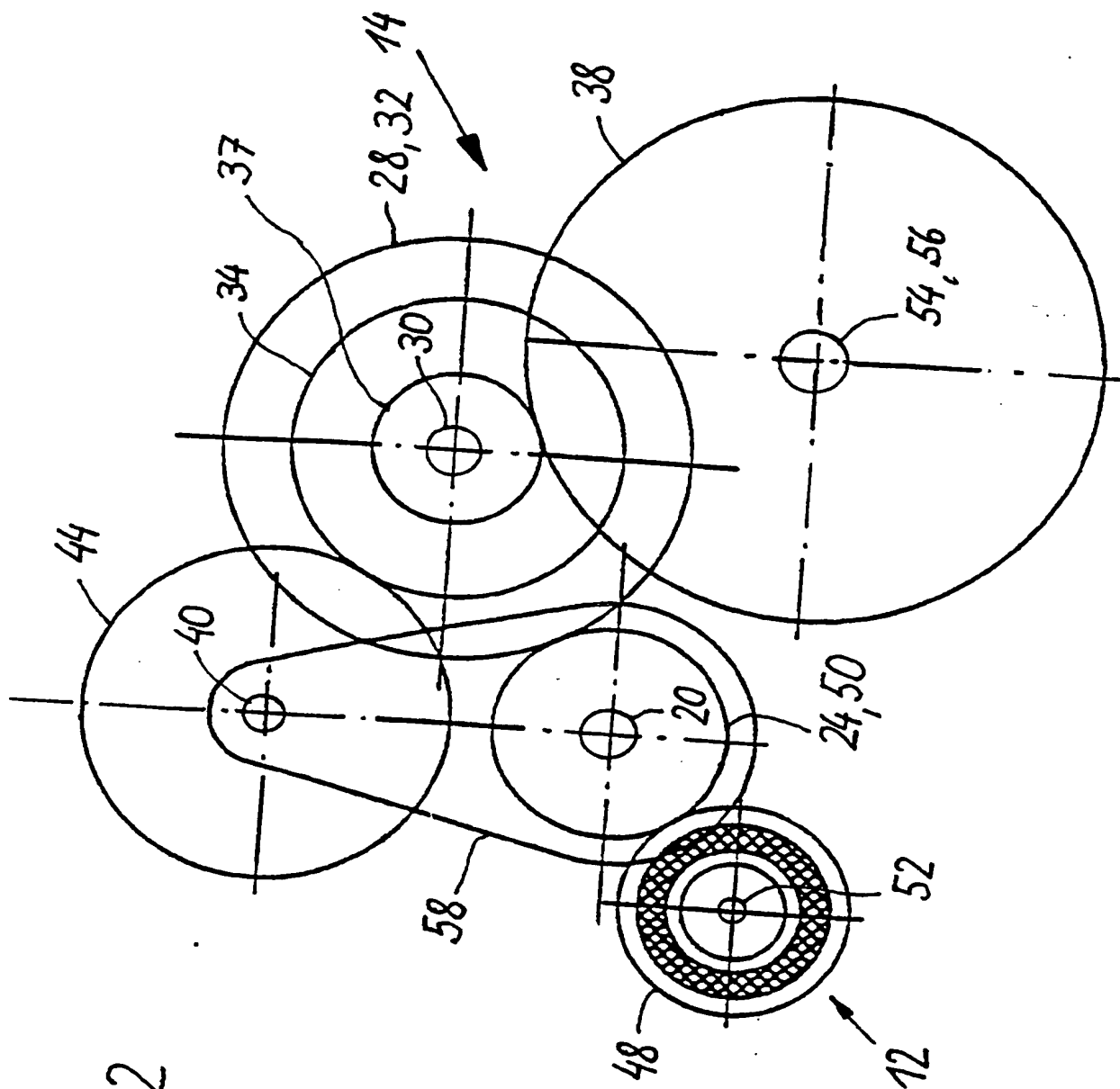


Fig. 2